№ 4 Warszawa, 25 kwietnia 1936 r. Rok XIV

TECHNIKA CIEPLNA

CZASOPISMO ZWIĄZKU STOWARZYSZEŃ DOZORU KOTŁÓW W POLSCE.

REDAKTOR: Inż. techn. JAN KOMARNICKI.
Wydawca: Związek Stowarzyszeń Dozoru Kotłów w Polsce.
REDAKCJA I ADMINISTRACJA: WARSZAWA, PIUSA XI, 32, m. 12. TEL. 8-81-47.
GODZINY BIUROWE ADMINISTRACJI — CODZIENNIE, OD 10 DO 15.

KAZIMIERZ SZAWŁOWSKI, inż.

NOWOCZESNE GENERATORY GAZOWE

(REFERAT DZIAŁU SILNIKOWEGO STOW. DOZ. KOTŁÓW W POZNANIU).

Wysokie ceny oleju gazowego przyczyniają się do nierentowności ruchu silników Diesel'a. To też notujemy w ostatnich czasach liczne przeróbki takich siłowni na gaz ssany z generatorów. Referat niniejszy podaje postępy w budowie generatorów.

Dążenia do zastąpienia drogich paliw płynnych dla silników spalinowych paliwami tańszemi, skierowują uwagę ogółu przemysłowców na paliwo gazowe, które można otrzymywać w generatorach gazowych z paliw małowartościowych. Zagranicą te dążenia łączą się z celem ograniczenia importu paliw płynnych i urzeczywistnienia idei samowystarczalności w zakresie środków pędnych dla motoryzacji kraju. Paliwa gazowe obejmują więc nietylko siłownie przemysłowe, lecz również zaczynają wkraczać w dziedzinę samochodów i próby prowadzone w tym kierunku są obecnie zakrojone na szeroką skalę.

W naszych warunkach sprawa tanich paliw gazowych nie może być obojętna. W różnych miejscowościach kraju posiadamy bogate zapasy paliw małowartościowych, które z powodzeniem możemy zużytkować w naszych siłowniach silnikowych. Wobec wysokiej ceny oleju gazowego — prawie pięciokrotnie wyższej od koksu — a bez porównania wyższej od ceny paliw małowartościowych, silniki Diesel'a, mimo swej wysokiej sprawności cieplnej, nie opłacają się w ruchu. To też na czasie będzie omówienie postępów w budowie generatorów gazowych, jakie poczyniono w ostatnich dziesiątkach lat. Dzisiejsze generatory gazowe muszą odpowiadać dwum zasadniczym warunkom. Przedewszystkiem — całokształt instalacji powinien pod względem obsługi i regulacji zbliżać się do pracy silników na paliwo płynne, np. Diesel'a. Dalej — powinna istnieć możliwość wytwarzania gazu z różnych paliw, a więc z surowca różnego sortymentu i pochodzenia. Drugiemu warunkowi odpowiadają t. zw. generatory uniwersalne.

PALIWA PŁYNNE I GAZOWE W RUCHU.

Zanim przejdę do właściwego tematu, a mianowicie budowy generatorów dla paliw różnego rodzaju, podam krótką charakterystykę ruchu silników spalinowych przy zastosowaniu paliw płynnych i gazowych.

Silniki gazowe w porównaniu z silnikami Diesel'a, przy jednakowych wymiarach cylindrów i liczb obrotów, posiadają nieco mniejszą moc, — różnica wynosi przeciętnie od 5 — 20%. Zmniejszenie mocy wywołane jest mniejszemi napełnieniami cylindra wskutek regulacji zaworów mieszankowych, która zawsze łączy się z pewnym spadkiem ciśnienia zasysanej mieszanki. Sama mieszanka gazu generatorowego z powietrzem ma niższą wartość opałową Dla normalnych warunków ($15^0 C$, 735 *m/m Hg*) wartość opałowa wynosi wszystkiego 450 — 500 *cal/m*^{3} i w porównaniu z mieszanką dla oleju gazowego jest ona o blisko 30% niższą.

Silniki gazowe posiadają gorszą sprawność termiczną, wskutek niższego stopnia sprężenia Oczywiście z tej przyczyny wynikają większe straty cieplne i wyższe cyfry zużycia paliwa. Dla silnika gazowego średni rozchód ciepła na KM_e — *godz.* wynosi 2100 — 2300 *cal.*, — dla silnika Diesel'a zaledwie 1700 — 1800 *cal.* Paliwa płynne umożliwiają daleko idącą regulację silnika. Tej zalety nie posiadają paliwa gazowe zasysane z generatorów. Między generatorem a silnikiem gazowym niema należytej współpracy. Przy malejących obciążeniach silnika zmniejszone zasysanie szybko obniża przeciętną sprawność generatora. Doświadczenie uczy, że dla okresowych spadków obciążenia silnika — odpowiadających spoży-

ciu około 10% gazu z generatora, czyli inaczej, — przy zmniejszonem w takim stopniu zasysaniu gazu, wogóle ustaje prawidłowy ruch urządzenia; następuje bowiem spadek temperatury potrzebnej dla procesu odgazowania. Zjawisko to często spotykamy w instalacjach, w których generator dostarcza gaz dla kilku silników o różnej wielk ści. Oczywiście w dziale regulacji samych generatorów poczyniono dziś duże postępy; zawsze jednak dostosowanie się procesu odgazowania do zmienionych warunków ruchu silnika łączy się z pewną bezwładnością całokształtu urządzenia, której opanowanie wymaga czasu.

Drugą ważną zaletą silników na paliwa płynne jest ich natychmiastowa zdolność do pracy. Generator trzeba rozpalać, przyczem trzeba zaznaczyć, iż okres rozpalania — wogóle przygotowania gazu dla silnika — powoduje nieraz poważne straty czasu.

Gdybyśmy rozpatrywali porównawcze cyfry co do wymiarów maszynowni, kosztów dodatkowych urządzeń, zużycia wody i t. p., to te również wypadłyby korzystniej dla silnika na płynne paliwo.

Wszystkim zaletom paliwa płynnego w zastosowaniu do silników przeciwstawia się jedna najważniejsza zaleta paliwa gazowego, a mianowicie jego niska cena. Sam silnik gazowy jest prosty w budowie i obsłudze. Mniejsza kompresja i ciśnienie podczas spalania nie obciążają tak korbowodu i łożysk jak w silniku Diesel'a.

O kosztach ruchu silnika Diesel'a i silnika gazowego najlepszą orjentację dają np. bilanse roczne siłowni o identycznej mocy i identycznych warunkach pracy.

W tabeli Ia i b zestawione są ogólne koszty ruchu dwuch małych elektrowni o mocy zainstalowanej 170 KM_e; a mianowicie elektrowni Dieslowej i gazowej na gaz ssany z koksu. Za podstawę kalkulacji przyjęto cenę oleju gazowego — cysternową, w wysokości 27,6 zł. za 100 kg, oraz cenę koksu hutniczego — 63 zł. za tonnę. (Ceny rozumie się loco Poznań

TABLICA I a.

Dane techniczne	Diesel	Silnik gazowy
Moc zainstalowana KM_e	170	170
Średnie obciążenie „	125	125
Dzienna praca *godz.*	20	20
Praca w ciągu roku *dni*	360	360
Ilość wytworzonych KM_e / *rok*	900000	900000
Zużyto paliwa w *t/rok*	180	490
Zużyto wody w m^3/*rok*	22500	32000*)
Zużyto smarów**) *kg/rok*	3600	3600

Uwaga: *) Podaną ilość wody zużyto do chłodzenia silnika i do oczyszczania gazu w skruberze.
**) Ilość zużytych smarów dla obu silników obejmuje łącznie smar cylindrowy i maszynowy.

w styczniu b. r.). — W kalkulacji ruchu silnika gazowego uwzględniono rozchód koksu w ilości 10% na rozpalanie i wypalanie generatora — a więc brutto rozchód koksu, według dziennych notowań. Średnie obciążenie elektrowni przyjęto również z przeciętnych obciążeń, jakie istniały w ciągu całego roku.

Koszt urządzenia siłowni bez prądnicy wynosił dla silnika Diesel'a w przybliżeniu 55 000 zł.; dla silnika gazowego łącznie z generatorem na koks i oczyszczalnikami 60.000 zł. Koszt budynku oraz fundamentów w pierwszym wypadku oceniono na 8.000 zł. — w drugim na — 12.000 zł.

TABLICA I b.

Koszty	Diesel	Silnik gazowy
Na paliwo wydano zł.	49680	30870
„ wodę „ „	900	1280
„ smary ogólnie „	4370	4000
Obsługa „	3600	3600
Konserwacja, czyszczenie zł.	700	850
***) Amortyzacja i oprocentowanie kosztów siłowni około 15% zł.	8250	9000
J. w. kosztów budynku oraz fundamentów w wysokości 5% zł.	400	600
Roczny rozchód	zł. 67900	zł. 50200
Koszt przeciętny 1 KM_e /*godz.* w groszach	7,54	5,6
1 *kW/godz.* (spraw. prąd. 0,93) w groszach	11,04	8,2

***) Przytoczone zestawienia kosztów ruchu obu siłowni odnoszą się do szczególnych warunków miejscowych tych siłowni. Stopa amortyzacyjna urządzenia maszynowego oraz budynku łącznie z oprocentowaniem tych kapitałów — w sumie — zazwyczaj bywają niższe.

Z powyższego zestawienia wynika, iż cena wyprodukowanego 1 KM_e przy oleju gazowym, w siłowni Dieslowej, jest o 35% wyższa od takiejże jednostki przy gazie wytworzonym z koksu. Oczywiście, dla gazu ssanego z innych paliw — małowartościowych, zależnie od miejscowych warunków, będzie ona jeszcze niższą. Dla wyliczeń porównawczych podaję w Tabl. II dane orjentacyjne zużycia kilku małowartościowych paliw na KM_e /*godz.* w kg. Dane te, uzyskane z prób przeprowadzanych na nowoczesnych generatorach gazowych syst. Koertinga, należy uważać jako przeciętne — netto; nie obejmują więc rozchodu paliwa na rozpalanie generatora, przerwy w ruchu i wypalanie zawartości szybu po skończonej pracy.

Ostatnia rubryka, dla gazu z drzewa zielonego, liściastego (gałęzie), podana jest według prób prof. dr. inż. K. Neumanna z wydzielaniem smoły; — na 100 kg zużytego paliwa uzyskano 5,2 kg smoły o wartości dolnej opałowej około 8500 *cal/kg*.

TABLICA II.

Paliwo	Dolna wartość opałowa w Cal. n. kg.	Ilość gazu w m^3/kg pal. (0°C 760 mm Hg)	Dolna wart. opał. gazu w Cal/m^3	Zużycie w kg paliwa na KM/g
Antracyt IV	7690	4,6	1333	0,37
Koks IV	6760	4,2	1249	0,42
Węgiel drzewny (30 — 50 mm)	6980	4,3	1283	0,4
Brykiety z węgla brunatn.	4820	2,75	1221	0,65
Młody węgiel brunatny	3260	1,80	1137	1,05
Torf prasowany	3900	2,2	1112	0,88
Drzewo (odpadki)	3300	1,9	1069	1,02
Gałęzie zielone liściaste	2517	—	—	1,505

GENERATORY

Stosownie do rodzaju i właściwości paliw stałych generatory gazowe dzielimy na dwie zasadnicze grupy; — generatory dla paliw bezsmołowych (antracyty, koksy, węgle drzewne) oraz dla paliw t. zw. bitumicznych, które zawierają węglowodory smołowcowe i parafinowe. (Węgiel brunatny, brykiety węgla brunatnego, torfy, drzewo różnego rodzaju, odpadki roślin i t. p.) Obydwie grupy generatorów różnią się wykonaniem szybów, sposobem doprowadzania powietrza do spalania, odprowadzania gazu, wykonaniem urządzeń dodatkowych do oczyszczania gazu i t. p. Budowa generatorów opiera się głównie na doświadczeniach praktycznych — obliczenia bowiem teoretyczne zawodzą. (d. c. n.)

A. TCHÓRZEWSKI, Inż.

NOWOCZESNE AMERYKAŃSKIE METODY KLIMATYZACJI POWIETRZA*).

II.

Dla osiągnięcia wyżej wytkniętych celów w klimatyzacji powietrza został w Ameryce wypracowany i wprowadzony cały szereg urządzeń, często bardzo skomplikowanych i wyposażonych w precyzyjną aparaturę automatyczną.

Zobaczymy przedewszystkiem w ujęciu schematycznem w jaki sposób rozwiązują konstruktorzy amerykańscy całokształt zagadnień związanych z utrzymaniem temperatury, wilgotności, cyrkulacji i czystości powietrza w zamkniętych pomieszczeniach na wymaganym poziomie i to zarówno w lecie jak i w zimie. Schemat podobnego urządzenia w najbardziej ogólnej formie obejmującej wszelkie istniejące systemy jest przedstawiony na rys. 4.



Rys. 4.
Ogólny schemat urządzenia dla klimatyzacji powietrza. A — dopływ świeżego powietrza, B — kombinowana chłodnica-ogrzewnica (w terminologji amerykańskiej — „komora wężownic“), C — wentylator, D — odprowadzenie zużytego powietrza.

*) por. *Technika Cieplna*, 1936, str. 42.

Powietrze jest zasysane z pomieszczenia, w którem mają być utrzymane pewne określone warunki kanałami doprowadzane do kombinowanej chłodnicy - ogrzewnicy, przed wejściem do której zostaje zmieszane z pewną ilością świeżego powietrza zasysanego z zewnątrz. W kombinowanem urządzeniu następuje ogrzanie i nawilżenie powietrza w porze zimowej, lub ochłodzenie i osuszenie — w porze letniej. Następnie powietrze zapomocą wentylatora zostaje wtłaczane przez kanały z powrotem do pomieszczenia. Nadmiar zepsutego powietrza wychodzi przez dodatkowy otwór nazewnątrz. Podobne urządzenie umożliwia w lecie: 1) Stałe odprowadzenie z pomieszczenia ciepła dopływającego bądź z zewnątrz przez ściany, okna i t. d..., bądź od ludzi, silników elektrycznych, aparatów ogrzewanych parą lub gazem, i znajdujących się w pomieszczeniach, bądź wreszcie, z powietrza świeżego wprowadzonego do pomieszczenia w celach wentylacyjnych. 2) Stałe odprowadzanie nadmiaru pary wodnej w powietrzu pochodzącej od ludzi, wilgotnych materjałów hygroskopijnych lub wolnych powierzchni płynów oraz z powietrza wentylacyjnego w wypadku, gdy zawartość pary w powietrzu zewnętrznem jest większą od jej zawartości w powietrzu wewnątrz pomieszczenia.

Stała dyfuzja pary wodnej przez szpary w drzwiach, oknach z powodu różnicy jej cząstkowego ciśnienia zewnątrz i wewnątrz pomieszczenia brana jest w tym wypadku w rachubę, gdy temperatura rosy zewnętrznego powietrza jest conajmniej o 5°C wyższą od temp. rosy wewnątrz. 3) Utrzymanie powie-

rza wewnątrz pomieszczenia w stanie równomiernego i umiarkowanego ruchu odpowiadającego najlepszemu samopoczuciu człowieka. 4) Oczyszczanie powietrza zarówno od zawiesin, jak i szkodliwych nieprzyjemnych gazów i substancyj lotnych.

W zimie to urządzenie ma za zadanie: 1) Doprowadzenie do pomieszczenia ciepła dla pokrycia strat przez ściany, podłogi, i t. d. przez powietrze wentylacyjne, przez dyfuzję powietrza przez szpary. 2) Dodatkowe doprowadzenie do powietrza pary wodnej, gdyż powietrze wentylacyjne zasysane z zewnątrz jest w zimie zbyt suche. Pozatem różnica ciśnień cząstkowych pary wodnej wewnątrz i zewnątrz pomieszczenia powoduje stałe straty tej pary przez szpary, które muszą być uzupełnione w celu umożliwienia utrzymania wilgotności powietrza wewnątrz na pożądanym poziomie. 3) Utrzymanie ruchu powietrza jak i w lecie. 4) Oczyszczanie powietrza jak i w lecie.

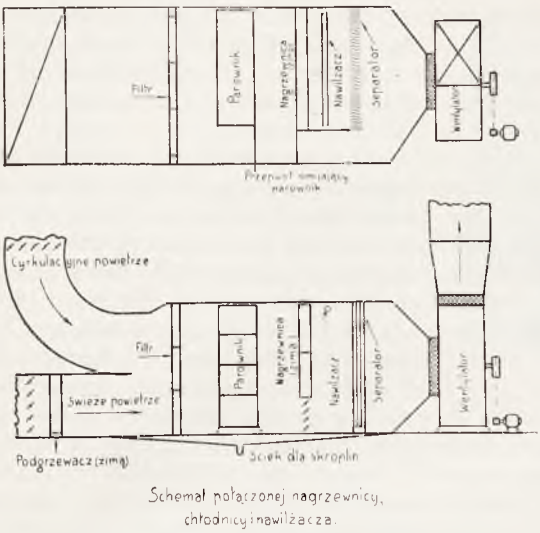
Samych urządzeń do ogrzewania i nawilżania powietrza stosowanych w Ameryce w niniejszym artykule rozpatrywać nie będę i przechodzę bezpośrednio do urządzeń dla ochładzania i osuszania powietrza.

W Ameryce znajduje zastosowanie kilka systemów osuszania i chłodzenia powietrza. Rozpatrzymy przedewszystkiem sposób sztucznego chłodzenia. Przy tym sposobie powietrze zassane z pomieszczenia i zmieszane z dodatkowem powietrzem zewnętrznem jest ochładzane poniżej temperatury rosy dla skroplenia części znajdującej się w niem wilgoci. Im więcej w pomieszczeniu znajduje się ludzi lub innych źródeł pary wodnej, im wilgotniejsze jest powietrze zewnętrzne i im więcej suche powietrze jest wymagane wewnątrz pomieszczenia — tem więcej musi być obniżona temperatura, do której ochładza się powietrze w ochładzaczu, poniżej temperatury rosy. W każdym razie dla osiągnięcia chociażby minimalnego efektu osuszającego, zassane do pomieszczenia powietrze musi być w ochładzaczu ochłodzone conajmniej do temp. rosy.

Od tej granicy rozpoczyna się dopiero skraplanie pary wodnej zawartej w powietrzu. Naprz. powietrze w ubikacji o temp. $+24{,}5^0$C przy 5,1% wilgotności ma temperaturę rosy $+13{,}3^0$C i w celu osuszenia wymaga obniżenia temper. poniżej tej granicy. Widać na tym przykładzie, jak znaczne musi być ochłodzenie powietrza w ochładzaczu w wypadku konieczności jego osuszenia. A konieczność ta jest nierozłącznie związana z klimatyzacją powietrza ze względu na wygodę ludzi w lecie gdyż ludzie znajdujący się w pomieszczeniu wydzielają parę wodną, która przez zwykłą wentylację powietrzem zewnętrznem wchłonięta być nie może, gdyż powietrze to zawiera w lecie, nawet w warunkach klimatu umiarkowanego, już znaczną ilość pary wodnej (duża wilgotność względna). Tak znaczne obniżenie temperatury powietrza cyrkulującego przez ochładzacz, spowodowane koniecznością osuszenia go nie odpowiada jednak istniejącym w praktyce stratom kalorycznym w postaci ciepła widocznego (określenie tego terminu amerykańskiego było podane wyżej), i musi spowodować nadmierne obniżenie temperatury powietrza w pomieszczeniu przy jednoczesnym wzroście jego wilgotności. Zaradzić temu przez odpowiednie zmniejszenie ilości m³ powietrza na godzinę cyrkulującego przez ochładzacz, co było by najprostszem wyjściem nie można, gdyż pewne minimum cyrkulacji powietrza w pomieszczeniu (pewna jego szybkość) jest niezbędne dla zachowania warunków wygody, o czem już była mowa wyżej, a pozatem w tym wypadku ustaliłaby się zbyt duża różnica między temperaturą powietrza wewnątrz pomieszczenia, a temperaturą powietrza wdmuchiwanego po przejściu przez ochładzacz. Różnica ta w wypadku zastosowania specjalnego systemu rozprowadzenia powietrza może wynosić najwyżej 10^0C, w zwykłych zaś warunkach tylko od 6^0 do 8^0C (w zależności od wysokości sufitu), w przeciwnym razie prąd zimnego powietrza będzie dokuczał publiczności. Najprostszem rozwiązaniem w tym wypadku, oddawna praktykowanem byłoby podgrzewanie powietrza za ochładzaczem dla podniesienia jego temperatury przed wejściem do pomieszczenia tak, aby zwrócić mu część ciepła niepotrzebnie odciągniętego w ochładzaczu jedynie w celu osiągnięcia temperatury rosy powietrza. Lecz koszt wytwarzania zimna jest zbyt wysoki, aby można było pogodzić się z takim stanem rzeczy, przy którym dosyć znaczna część zimna wytworzonego zostaje wchłonięta przez dodatkową ogrzewnicę wydzielającą ciepło, które w ogólnym bilansie kalorycznym stanowi nieprodukcyjną stratę. Wielką zasługą amerykańskich inżynierów było wprowadzenie t. zw. „by pass system" polegającego na tem, że tylko część powietrza cyrkulacyjnego (zresztą większa) przechodzi przez ochładzacz a druga część go omija. Za ochładzaczem obydwie części zostają zmieszane, dzięki czemu temperatura mieszanki jest wyższą od temperatury powietrza wychodzącego z ochładzacza, a wilgotność względna niższą. Schemat instalacji działającej na tej zasadzie przedstawiony jest na rys. 5. Zapomocą klap istnieje możność regulowania ilości powietrza omijającego ochładzacz, a przez to — regulowania wilgotności powietrza w pomieszczeniu. Ten system prawie zupełnie wyparł w Ameryce poprzednio praktykowane podgrzewanie powietrza po przejściu go przez ochładzacz.

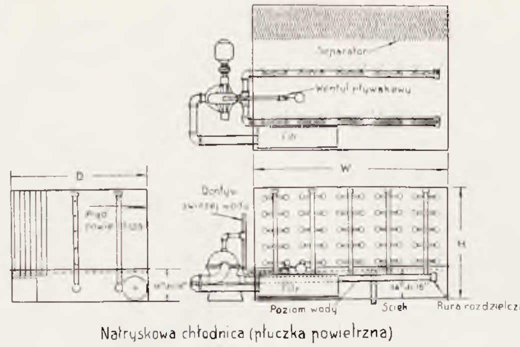
Śród różnych systemów ochładzaczy stosowanych dla celów klimatyzacji powietrza na pierwszem miejscu stoi system mokrych ochładzaczy w których pośredni czynnik chłodzący — woda, styka się bezpośrednio z powietrzem. Ważną zaletą ochładzaczy tego sys-

temu jest spełnianie przez nie jednocześnie roli płuczki powietrznej usuwającej z powietrza zanieczyszczenia; również mogą one służyć

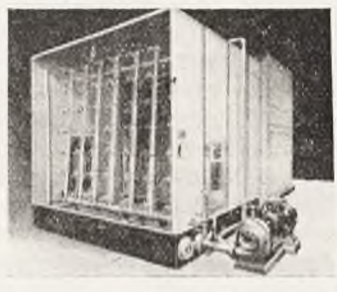


Rys. 5.

w okresie zimowym jako nawilżacze powietrza (przy pracy z wężownicą grzejną dla podgrzewania wody). Z pośród różnych typów mokrych ochładzaczy już oddawna stosowanych w Europie, w Ameryce znalazł zastosowanie jedynie typ ochładzacza natryskowego który składa się zazwyczaj z kanału o poziomej osi, prostopadle do której są rozmieszczone w kilka rzędów kraty z natryskami wodnemi. Strumień wody wychodzący z natrysku posiada kształt pustego wewnątrz stożka o osi poziomej. Dla tego celu są stosowane w Ameryce specjalne dysze. Charakterystyczną ich cechą jest brak przepływów o wąskich przekrojach, narażonych na zatykanie się, a zasadą działania jest rozpryskiwanie zapomocą siły odśrodkowej przez wprowadzenie płynu w ruch wirowy. Ze stosowaniem ochładzaczy mokrego typu jest nierozłącznie związana kwestja specjalnych separatorów dla kropelek płynu porwanych przez prąd powietrza. Powszechne zastosowanie znalazł w Ameryce separator wykonywany z blach prasowanych kierujących powietrze po zygzakowatej drodze, na której zmusza się go do omijania wystających ostrych krawędzi blach. Działanie jest doskonałe. Straty na ciśnieniu przy przejściu zarówno przez ochładzacz, jak i przez seperator są małe co wyróżnia bardzo korzystnie te aparaty od innych konstrukcyj mokrych ochładzaczy. Na rys. 6 i 7 jest uwidoczniona konstrukcja takiego ochładzacza. Czasami dla lepszego oczyszczania powietrza umieszczane są w ochładzaczach, między natryskami a separatorem, dodatkowe płuczki ociekowe składajęce się z pionowo ustawionych blach o profilu zygzakowatym i zraszanych zgóry zapomocą specjalnych natrysków. Od separatorów różnią się tem, że nie posiadają ostrych wystających krawędzi i dla tego mogą być rozstawione w mniejszych odstępach między sobą. W pewnych jednak wypadkach cały

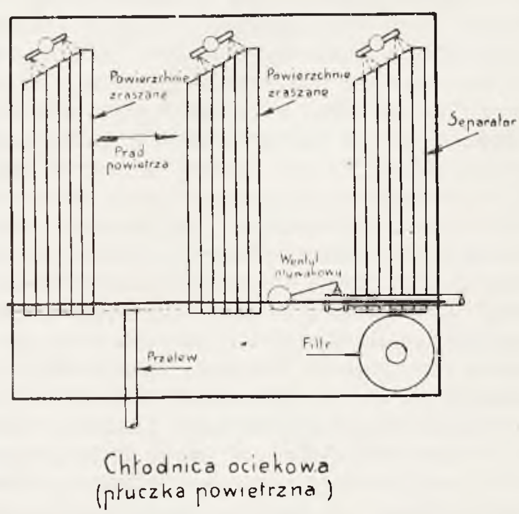


Rys. 6.



Rys. 7.

ochładzacz może być wykonany jako ociekowy (rys. 8).

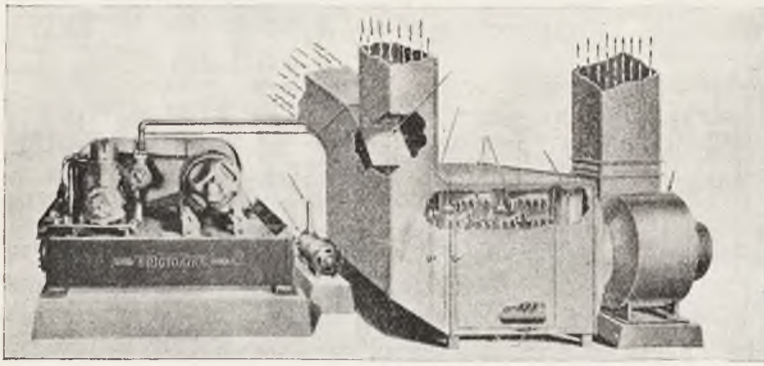


Rys. 8.

Na drugiem miejscu stoją ochładzacze wyposażone w wężownicę chłodzącą o bezpośredniem rozprężeniu czynnika chłodzącego. (rys. 9).

Trzeci typ ochładzaczy — wężownice żebrowe z przepływającą wewnątrz zimną wodą— są jeszcze stosowane w wypadkach, gdzie chodzi o wyzyskanie istniejących centralnych grzejników powietrza przy wodnym systemie ogrzewania, dla celów klimatyzacji (chłodze-

nia) powietrza w lecie. System ten będąc wyraźnie gorszy od systemu mokrych ochładzaczy, jest jednocześnie droższy od niego.



Rys. 9. Chłodnica powietrza z bezpośredniem rozprężaniem się czynnika chłodzącego.

W roli urządzenia chłodniczego, znajdują zastosowanie w klimatyzacji powietrza chłodziarki sprężarkowe, eżektorowe na parę wodną oraz absorbcyjne. Ramy niniejszego artykułu nie pozwalają zatrzymywać się na opisie tych systemów chłodziarek, zresztą, ogólnie znanych. Największe zastosowanie mają w klimatyzacji powietrza, jak i w innych dziedzinach, chłodziarki sprężarkowe. Sprężarki tłokowe i rotacyjne znajdują przeważnie zastosowanie dla małych i średnich skutków chłodzenia, a wirnikowe — dla dużych skutków chłodzenia. W instalacjach o małym i średnim skutku chłodzenia są stosowane w Ameryce prawie wyłącznie całkiem automatyczne chłodziarki nie wymagające żadnej obsługi. W dziedzinie budowy maszyn chłodniczych Ameryka już od dłuższego czasu zajęła przodujące stanowisko, a klimatyzacja powietrza postawiła przed amerykańskim przemysłem maszyn chłodniczych szereg nowych zagadnień, których rozwiązanie umożliwiło szerokie spopularyzowanie „Air Conditioning". Do takich zagadnień należy przedewszystkiem bezszumność biegu sprężarek oraz nieszkodliwość stosowanego czynnika chłodzącego. Zagadnienie to można uważać obecnie za całkiem rozwiązane. W amerykańskich konstrukcjach sprężarek tłokowych o małym i średnim skutku chłodzenia ilość obrotów dochodzi obecnie do 1000 *obr./min.* dzięki jednak zastosowaniu wielocylindrowej budowy pionowej sprężarek, nadzwyczaj lekkich korbowodów i tłoków, małych skoków oraz doskonałemu smarowaniu, bieg maszyny jest zupełnie spokojny, bez wstrząsów i hałasu. Wszystkie dawniej stosowane czynniki chłodzące: NH_3, SO_2, CO_2, pozostawiają dużo do życzenia o ile chodzi o zastosowanie ich do klimatyzacji powietrza. Obecnie w Ameryce dla omawianego celu są stosowane przeważnie następujące czynniki: dla sprężarek wirnikowych — dichlorometan (CH_2Cl_2) i dichloroetylen ($C_2H_2Cl_2$), dla sprężarek rotacyjnych — dichlorodifluorometan (CCl_2F_2), chlorek metylu (CH_3Cl) oraz ostatnio dichlorotetrafluoroetan ($C_2Cl_2F_4$), dla sprężarek tłokowych wysuwa się na czoło dichlorodifluorometan (CCl_2F_2), pozatem jest stosowany chlorek metylu. Amonjak jest stosowany tylko w bardzo dużych instalacjach z pośrednim systemem chłodzenia zapomocą solanki lub wody.

Automatyczna chłodziarka sprężarkowa o skutku chłodzenia 100.000 *kal./g.* dostateczna dla klimatyzacji powietrza w lokalu publicznym na ok. 400 osób kosztowałaby u nas w Polsce około Zł. 60.000. — (licząc wraz z chłodnicami, silnikami elektrycznemi i całkowitą aparaturą automatyczną, lecz bez kanałów powietrznych, budowy ochładzacza, wentylatorów, klap powietrznych sterowanych ręcznie lub automatycznie, instalacji ogrzewniczej, i t. d.). Przy obliczaniu kosztów eksploatacji trzeba uwzględnić, że podobna instalacja przy szczytowem obciążeniu zużywa do napędu sprężarek moc 27 *kWh* i wymaga wody chłodzącej dla skraplaczy 8,5 $m^3/g.$ (przy temp. $+20^0$ C).

Chłodziarki typu eżektorowego na parę wodną są stosowane w klimatyzacji powietrza o wiele rzadziej niż sprężarkowe. Działanie ich polega na parowaniu wody w próżni wytworzonej przez eżektor parowy, na skutek czego temperatura wody obniża się. Praktycznie osiągalne są temp. wody aż do $+5^0$ C, co dla klimatyzacji powietrza jest wystarczającem. Dla instalacji chłodniczej jak wyżej o skut. 100.000 *kal./g.* zapotrzebowanie pary wyniesie ok. 600 *kg./g.*, a wody chłodzącej o temp. $+20^0$ C — ok. 28 $m^3/g.$ Jak widać z tego przykładu zapotrzebowanie wody w chłodziarkach tego typu jest ogromne i stosowanie wież chłodniczych do regeneracji wody chłodzącej staje się koniecznością.

Chłodziarki typu absorbcyjnego znajdują małe zastosowanie w klimatyzacji powietrza. Działanie ich polega na zastąpieniu sprężania czynnika chłodzącego w sprężarce, przez zdolność niektórych ciał stałych i płynów do wchłaniania tych samych czynników chłodzących przy niskich ciśnieniach i niskich temperaturach, a następnie przy ogrzewaniu do wydzielania ich przy wysokiem ciśnieniu. Absorbcyjne chłodnie mogą być stosowane tam gdzie posiadamy do dyspozycji parę odlotową lub tani gaz świetlny oraz wodę chłodzącą o niskiej temperaturze i w dużych ilościach.

Następne miejsce po systemie sztucznego chłodzenia powietrza zajmuje system chłodzenia zimną wodą studzienną. Ten sposób pozornie jest zawsze bardzo ponętny. Trzeba jednak pamiętać, że powietrze musi być ochłodzone poniżej temperatury rosy. W naszym umiarkowanym klimacie temp. suchego ter-

mometru + 25° C i wilgotność względna 56% są najgorszemi warunkami, na które możemy się zgodzić w pomieszczeniu z klimatyzacją powietrza. Temperatura rosy takiego powietrza wynosi + 15,6° C. Dla dostatecznego osuszenia powietrza niezbędnem jest obniżenie jego temperatury na wyjściu z ochładzacza conajmniej o 2° C poniżej temperatury rosy (o ile chodzi o natłoczone lokale). Z drugiej strony końcowa temperatura powietrza w mokrym ochładzaczu zazwyczaj równa się temperaturze wody chłodzącej mierzonej na odpływie z ochładzacza, a ponieważ różnica temperatur wody chłodzącej mierzonej na odpływie i dopływie nie może być mniejszą niż 3° C, wynika stąd, że najwyższą temperaturą wody nadającej się dla klimatyzacji lokalów publicznych w naszym klimacie jest + 11° C.

Woda o takiej temperaturze w czasie upałów może być czerpana tylko z głębokich studni artezyjskich. Na przykładzie lokalu publicznego na 400 osób wymagającego skutku chłodzenia 100.000 *kal/g.*, widzimy z powyższych rozważań, że w razie zastosowania bezpośredniego chłodzenia powietrza wodą ze studni o temp. + 11° C zapotrzebowanie wody będzie sięgało 33 $m^3/g.$, oczywiście tylko przez kilka godzin na dobę. Przy kalkulacji kosztów eksploatacji urządzenia podobnego systemu nie można zapominać o opłacie kanałowej za odpływ całej ilości wody czerpanej ze studni do kanalizacji miejskiej, która np. w Warszawie wynosi 16 gr. za m^3.

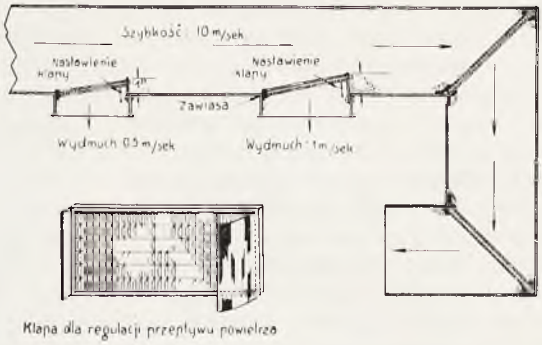
Trzecie miejsce zajmuje system chłodzenia powietrza zapomocą sztucznego lodu przez pośrednie jego topnienie. W razie istnienia kontroli nad topnieniem lodu można wyzyskać prawie w 100% jego zdolność wchłaniania ciepła. Podobne urządzenie będzie opisane poniżej. Trzeba wyraźnie podkreślić, że nie może być mowy o zastąpieniu lodu sztucznego przez naturalny ze względów higienicznych. W wypadku wyżej podanego przykładu klimatyzacji powietrza w lokalu publicznym, przy szczytowem obciążeniu zużycie lodu będzie wynosiło 1,2 ton/godz. (w najlepszym wypadku), co przy obecnych cenach na lód sztuczny w Warszawie stanowi sumę Zł. 48.— za 1 godz. Ten system znajduje zastosowanie w Ameryce w wypadkach kiedy chodzi o instalacje o małej ilości godzin używalności w ciągu roku. Koszta eksploatacji podobnej instalacji są większe niż w wypadku chłodziarki spręż arkowej, lecz zakładowe koszta jej są mniejsze.

Przechodzimy wreszcie do systemu klimatyzacji powietrza zapomocą absorbcji wilgoci zawartej w powietrzu przez pochłaniacze wypełnione masą hygroskopijną. Jako masa pochłaniająca znalazł w Ameryce ogromne rozpowszechnienie specjalnie preparowany żel kwasu krzemowego („silica gel"). System ten polega na przepuszczaniu powietrza cyrkulacyjnego lub zasysanego od wewnątrz przez pochłaniacz wilgoci. Ten proces pochłaniąnia wilgoci odbywa się bez wymiany ciepła z otoczeniem, a więc odpowiednio do ilości ciepła utajonego odciągniętego od powietrza w postaci zaabsorbowanej wilgoci, musi podnieść się temperatura powietrza (ciepło widoczne). Następnie powietrze jest przepuszczane przez chłodnicę z rur żebrowych, wewnątrz której przepływa woda (naprz. z wodociągu) i jest tu ochładzane do temperatury o 7° C wyższej ponad temperaturę wody chłodzącej (na dopływie), a więc w wypadku wody + 18° C. do temp. 25° C. Jeżeli następnie zważymy, że pomiędzy temp. powietrza w pomieszczeniu, a temperaturą powietrza po wyjściu z ochładzacza musi istnieć różnica conajmniej 5° *C*, to dojdziemy do wniosku, że przy wyżej podanym systemie możemy osiągnąć w pomieszczeniu temperaturę powietrza (podług suchego termometru) + 30° C która, uwzględniając nawet bardzo niską zawartość wilgoci osiągalną przy tym systemie, poważnie wykracza poza granicę „komfortowych" efektywnych temperatur. W ulepszonym systemie wada ta jest usunięta w sposób następujący: w pochłaniaczu powietrze zostaje tak dalece osuszone, że jego temperatura rosy obniża się do —12°C (odpowiada to zawartości 1,3 gr. H_2O w 1 kg powietrza), następnie gorące powietrze zostaje przepuszczone przez wężownice chłodzone wodą o temp. + 20°C (na dopływie) i temperatura powietrza obniża się do + 27°C (na suchym termometrze); jednak dzięki bardzo małej zawartości wilgoci mokry termometr będzie wskazywał tylko + 10,5°C. Następnie powietrze przepuszcza się przez płuczkę powietrzną, w której krąży stale ta sama woda (w rzeczywistości woda jest powolnie wymieniana na świeżą), a więc niema wymiany ciepła z zewnątrz, to znaczy, że utajone ciepło parowania wody równe jest ciepłu odciągniętemu od powietrza. Jest to t. zw. proces przy stałym cieplíku powietrza lub proces przy stałej temperaturze mokrego termometru. Ta ostatnia pozostaje niezmienna przy przejściu powietrza przez płuczkę, natomiast temperatura suchego termometru zbliża się szybko do temperatury mokrego termometru w miarę nasycenia powietrza wilgocią. W omawianym przykładzie powietrze opuszcza płuczkę w stanie nasyconym o temper. + 10,5° C (według suchego i mokrego termometru). Takie powietrze odpowiada w zupełności wymaganiom klimatyzacji powietrza dla celów wygody i po zmieszaniu z powietrzem cyrkulacyjnym niesuszonem i niechłodzonem („by pass") zostaje bezpośrednio wprowadzone do pomieszczenia. Jednak ten system posiada jeszcze jedną wielką wadę. Pochłaniacze wymagają regeneracji. W wypadku stosowania żelu kwasu krzemowego muszą być one nagrzewane dla odparowania, wilgoci, a następnie przed użyciem ochładzane dla odzyskania swej zdolności po-

chłaniającej. W wypadku wyżej rozważanej instalacji o skutku chłodzenia 100.000 kal./g. zapotrzebowanie gazu świetlnego dla regeneracji pochłaniaczy wyniesie ok. 35 m³/g., a wody chłodzącej o temp. + 20° C — ok. 18 m³/g.

Gdy chodzi o klimatyzację powietra w porze letniej w pomieszczeniu, w którem przebywa mało ludzi i pozatem brak innych źródeł ciepła utajonego (pary wodnej), można w pewnych wypadkach w klimacie umiarkowanym zadowolnić się silną wentylacją nocną zapomocą wentylatora wysysającego powietrze gorące z górnej części pomieszczenia, na miejsce którego wchodzi przez okna i inne otwory zimne nocne powietrze chłodzące ściany budynku od wewnątrz.

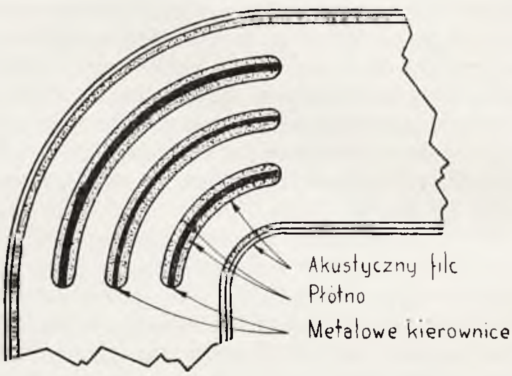
Poprzednio już omówiłem znaczenie prawidłowej cyrkulacji powietrza w pomieszczeniu. Rozwiązanie technicznej strony tego zagadnienia polega w prawidłowem zaprojektowaniu kanałów powietrznych łączących dane pomieszczenie z chłodnicą-ogrzewnicą (w wypadku centralnego systemu klimatyzacji powietrza), prawidłowem rozmieszczeniu otworów tłoczących i ssących powietrze w pomieszczeniu oraz zaopatrzeniu tych otworów w specjalne urządzenia dla właściwego kierowania strumienia powietrza. O ile w instalacjach przemysłowych dla klimatyzacji powietrza stosują w Ameryce szybkości w kanałach do 15 m/sek., o tyle w lokalach prywatnych i publicznych dla osiągnięcia bezszumnej pracy dopuszcza się następujące szybkości: w głównych kanałach poziomych od 6 do 8 m/sek., w odgałęzieniach poziomych od 3 do 5 m/sek., w odgałęzieniach pionowych od 2 do 4 m/sek. Natężenie cyrkulacji powietrza we współczesnych klimatyzacyjnych urządzeniach (z chłodzeniem w lecie) wynosi zwykle 12 — 15-krotną objętość pomieszczenia. Stąd widać, że rozmiary kanałów powietrznych muszą być dosyć znaczne i w razie zainstalowania urządzenia klimatyzacyjnego w pomieszczeniu wyposażonem w centralne ogrzewanie systemu powietrznego powstają trudności uniemożliwiające wykorzystanie istniejących kanałów powietrznych. Cały system rozgałęzionych kanałów centralnego urządzenia dla klimatyzacji powietrza jest zwykle projektowany na znanej zasadzie równych oporów na 1 m. b. każdego kanału. Kolana i odgałęzienia muszą być łagodnie zaokrąglone. Najwięcej wskazane jest zaokrąglenie promienie $r = 1^1/_2 \times D$, gdzie D — średnica lub szerokość kanału. Gdy ostrego załamania lub odgałęzienia uniknąć nie można znajduje zastosowanie w Ameryce z bardzo dobremi wynikami patentowane urządzenie pokazane na rys. 10, wykazujące przeciętnie 73% oszczędności na stratach ciśnienia statycznego przy przejściu przez załamanie kanału pod kątem prostym. Urządzenie (rys. 10) służy jednocześnie jako tłumik dla regulowania przepływu powietrza. Dla umożliwienia precyzyjnego wyregulowania cyrkulacji powietrza zainstalowanie tłumika lub zwykłej klapy na każdem rozgałęzieniu



Specjalne kierownice dla złagodzenia ostrych załamań prądu powietrza

Rys. 10.

kanałów jest rzeczą konieczną. W każdej dobrze zaprojektowanej instalacji wymagane jest zastosowanie nawet na łagodnych zaokrągleniach kanałów kierownic jak na rys. 11, gdyż



Kierownice w kolanie kanału powietrznego

Rys. 11.

w przeciwnym wypadku powietrze nabiera dużej szybkości w pobliżu wewnętrznego zaokrąglenia co łatwo może spowodować hałas. Kanały są najczęściej wykonywane z ocynkowanej blachy żelaznej łączonej w zakładkę i usztywnianej zapomocą żeber dla uniemożliwienia powstania wibracji w konstrukcji kanałów. Są również stosowane kanały murowane i betonowe, lecz muszą one być wykładane blachą dla zmniejszenia oporów. Czasami stosuje się drzewo lub sztuczne materjały włókniste, głównie ze względów akustycznych. Przy projektowaniu nowych budynków przeznaczonych na lokale publiczne jest rzeczą konieczną związać kanały urządzenia klimatyzacyjnego konstrukcyjnie i architektonicznie z budynkiem, co wymaga oczywiście współpracy architekta z inżynierem-specjalistą.

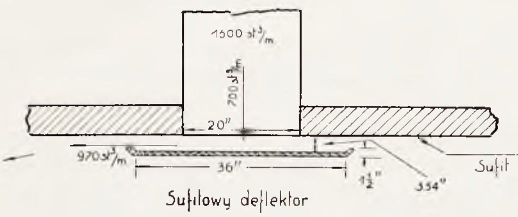
Na rys. 12 jest podany schemat cyrkulacji powietrza w pomieszczeniu jednakowo

dobrze nadający się w wypadku ogrzewania, jak i chłodzenia powietrza. Dopuszczalna szybkość powietrza na wylocie—do 2 m/sek.,



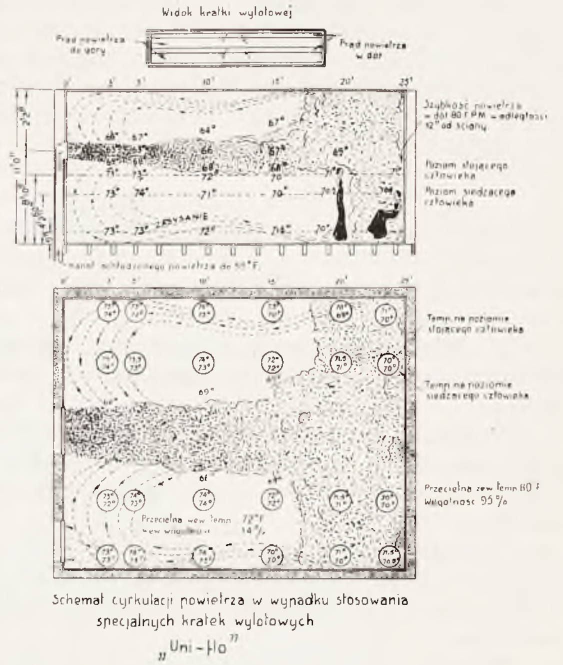
Rys. 12.

przy stosowaniu nowoczesnych kratek z kierownicami od 3,5 do 4,5 m/sek. Dopuszczalna różnica temperatur powietrza w pomieszczeniu i powietrza wtłaczanego (w wypadku chłodzenia) od 4° C do 8° C w zależności od wysokości umieszczenia kratki ponad podłogą.



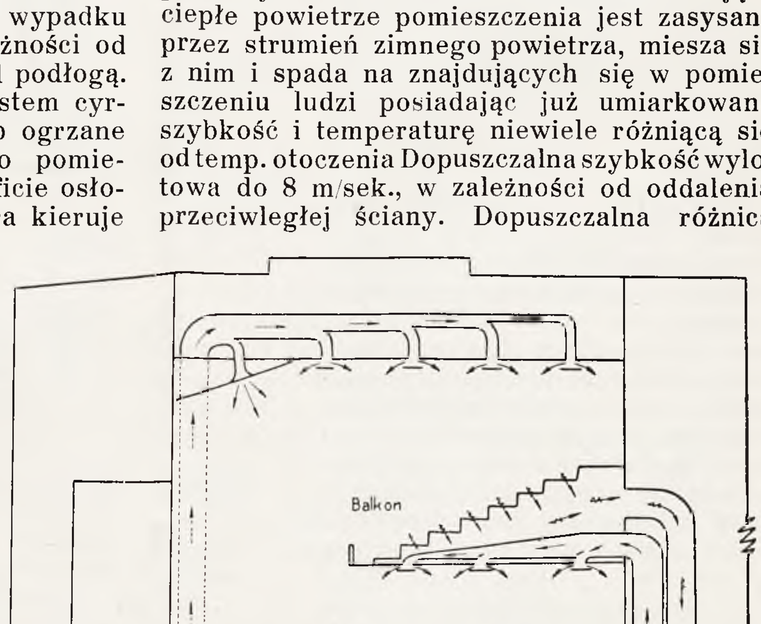
Rys 13.

Doskonałe wyniki daje również system cyrkulacji, przy którym ochłodzone lub ogrzane powietrze zostaje wprowadzane do pomieszczenia przez pionowy otwór w suficie osłonięty od dołu okrągłą tarczą, która kieruje powietrze wzdłuż powierzchni sufitu. Wraz ze zmieszaniem zimnego powietrza z ciepłem powietrzem pomieszczenia i zmniejszeniem się poziomej szybkości następuje stopniowe opadanie powietrza. O ile szybkość powietrza na obwodzie deflektora jest prawidłowo obrana w zależności od promienia działania deflektora i ilości tłoczonego powietrza to powstawanie dokuczliwych przeciągów jest niemożliwe. Dopuszczalna szybkość powietrza w granicach 2,5 do 10 m/sek. Dopuszczalna różnica temperatur—jak podana wyżej w zależności od wysokości sufitu. Podobny deflektor jest pokazany na rys. 13. Zastosowanie tego urządzenia wymaga sufitu o gładkiej powierzchni (bez belek), bo w przeciwnym wypadku zimne powietrze odbija się od napotkanych przeszkód i z dużą szybkością spada nadół na głowy ludzi, wywołując uczucie przeciągu. Zupełnie nowa zasada wprowadzenia ochłodzonego powietrza przedstawiona jest na rys. 14. Powietrze zostaje



Rys. 14.

wtłaczane z dużą szybkością przez kierownice ku siebie nachylone. Wywołuje to efekt podobny do działania eżektorów: otaczające ciepłe powietrze pomieszczenia jest zasysane przez strumień zimnego powietrza, miesza się z nim i spada na znajdujących się w pomieszczeniu ludzi posiadając już umiarkowaną szybkość i temperaturę niewiele różniącą się od temp. otoczenia Dopuszczalna szybkość wylotowa do 8 m/sek., w zależności od oddalenia przeciwległej ściany. Dopuszczalna różnica



Rys. 15.

temperatur — do 11° C. Na rys. 14 wymiary i temperatura są podane w miarach angielskich. W przemysłowych klimatyzacyjnych instalacjach są stosowane dla wdmuchiwania powietrza dysze działające na tej samej zasadzie. Szybkości wylotowe są tu stosowane bardzo wielkie i dla tego dysze nie nadają się dla lokali publicznych wymagających bezszumnej pracy instalacji. Na rys. 15 podany jest schemat prawidłowej cyrkulacji powietrza w wypadku klimatyzacji sali teatralnej. W lecie ochłodzone i suche powietrze doprowadza się od góry, a ogrzane i wilgotne zassane jest u dołu. W zimie cyrkulacja powietrza zachowuje ten sam kierunek.

(d. c. n.).

Z CODZIENNEJ PRAKTYKI.

I. Wybuch warnika dla przędzy.

W dniu 9 stycznia r. b. wieczorem w jednej z łódzkich farbiarni nastąpił wybuch warnika.

Wybuchowi, a raczej zerwaniu pokrywy uległ warnik, służący do wyługowywania przędzy przed poddaniem jej procesom farbiarskim.

Warnik powyższy ustawiony był na otwartem powietrzu na podwórzu fabryki obok kotłowni i sąsiednich pomieszczeń fabrycznych.

Warnik pracował w powyższej fabryce od 4 lat i był nabyty z innej fabryki już w stanie używanym.

Warnik składał się z pionowego walczaka średnicy 2200 *mm*, wysokości 1900 *mm* i był zbudowany z 5 blach grubości 7 *mm* nitowanych podłużnie w narzutkę pojedyńczo o podziałce nitowania 50 *mm* i otworach nitowych 20 *mm*.

Dolne denko walczaka grubości 12 *mm* wypukłe o strzałce wypukłości 200 *mm* było jednorzędowo przynitowane do walczaka.

Po środku walczaka do dolnego dna przynitowana była pionowa rura kominowa średnicy 100 *mm*, mająca podłużne wykroje cyrkulacyjne u dołu i u góry; do dolnej części rury kominowej jest skierowana, leżąca na dolnem denku wężownica parowa z rur $1^1/_4$".

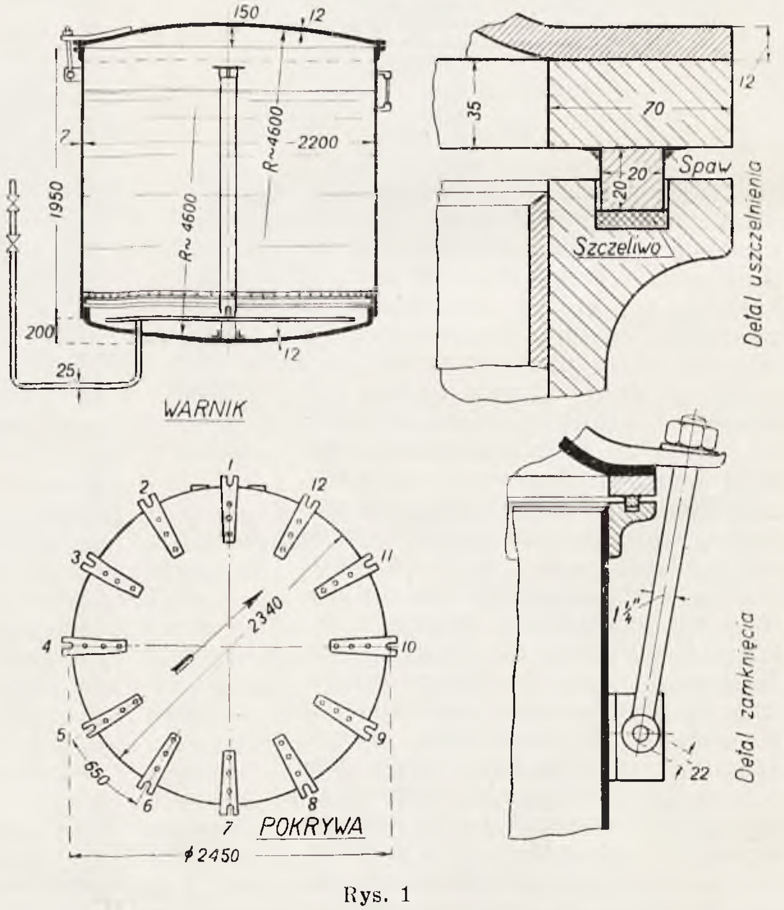
Do doprowadzenia pary do wężownicy służył przewód 1" średnicy prowadzący wprost z głównego przewodu parowego o ciśnieniu 8 *atn* przez dwa zawory parowe 1".

Do warnika przy otwartej pokrywie na dziurkowane blachy opierające się na kątowniku przynitowanym do dolnej części walczaka, nakładano przędzę do wyługowywania, zalewano ją wodą i następnie przykręcano górną pokrywę.

Górna pokrywa w formie dna wypukłego o strzałce wypukłości 150 *mm*, grubości 12 *mm* na krawędzi była wzmocniona płaskownikiem 35 x 70 *mm* z przypojonym pośrodku kwadratowym występem 20 x 20 *mm*. Analogicznie na krawędzi górnej części walczaka był przynitowany kątownik szerokości 70 *mm* mający pośrodku wgłębienie 22 x 26 *mm*, w które wkładano szczeliwo na którem dopasowywano występ pokrywy.

Łączenie górnej pokrywy z walczakiem odbywało się zapomocą 12 śrub $1^1/_4$", przyczem pokrywa posiadała 12 przynitowanych rozwidlonych łap, a do walczaka było przynitowane 12 par kątówek, od których na sworzniach grubości 22 *mm* obracały się wyżej wymienione śruby.

Rozstawienie śrub w prostej linji wyno-



Rys. 1

siło około 650 *mm* na obwodzie około 2450 *mm*. Typ warnika i szczegóły łączenia pokrywy są pokazane na załączonym rys. 1.

Wobec dużego ciężaru pokrywy — około 600 *kg* do podnoszenia i opuszczania pokrywy przymocowanej do walczaka na zawiasach służyło specjalne ręczne urządzenie blokowo-dźwigowe na ustawionym obok warnika dźwigarze dwuteowym.

Po nałożeniu pokrywy na walczak, śruby skręcano zapomocą naśrubków i podkładek i wprowadzano do warnika przez wspomnianą wyżej wężownicę parę dławiąc je ręcznemi zaworami — z ciśnienia około 8 *atn*, panującego w przewodzie parowym na robocze ciśnienie około $1^1/_2$ *atn* przy którem miał pracować warnik.

Warnik był uzbrojony w wodowskaz dla kontroli zalewania wodą, w manometr i ciężarowy zawór bezpieczeństwa średnicy 25 *mm* który był jakoby nastawiony na robocze ciśnienie warnika $1\frac{1}{2}$ *atn*.

Para przechodząc wężownicę i rurę kominową zagrzewała roztwór, stwarzała swoistą cyrkulację, przenikającą całą przędzę.

W chwili wypadku usłyszano silny huk z warnika, który już od paru godzin był tego dnia w ruchu i stwierdzono, że pokrywa warnika została zerwana i znikła, a przędza znajdująca się w warniku została rozrzucona po podwórzu fabryki i po dachach fabrycznych. Przewody elektryczne świetlne i telefoniczne zostały przez spadającą przędzę pozrywane.

Okna kotłowni i sąsiednich budynków fabrycznych zostały od detonacji wyłamane a szyby wybite.

Zawiasy pokrywy były urwane, a dźwigar służący do podnoszenia pokrywy pogięty.

Walczak warnika pozostał na miejscu i żadnym uszkodzeniom nie uległ.

Pokrywę zniekształconą znaleziono na podwórzu dwupiętrowej kamienicy, znajdującej się po drugiej stronie ulicy naprzeciwko fabryki w odległości w prostej linji około 100 m od warnika, przyczem jak wynika z sytuacji pokrywa musiała przelecieć ponad tym dwupiętrowym budynkiem.

Części zaworu bezpieczeństwa znaleziono jeszcze dalej bo aż na podwórzu drugiej fabryki w odległości około 200 m od warnika, a porozrzucaną z warnika przędzę w różnych odległościach dookoła miejsca wypadku.

Szczęśliwym zbiegiem okoliczności wypadek nie pociągnął za sobą ofiar ludzkich.

Jakie było ciśnienie w warniku w chwili wypadku trudno ustalić, gdyż manometr i zawór bezpieczeństwa uległy zdruzgotaniu.

Przy braku zaworu redukcyjnego i ręcznem dławieniu pary ciśnienie to teoretycznie biorąc mogło nawet dochodzić do ciśnienia głównego przewodu parowego, przypuszczalnie jednak było ono dużo niższe i mogło nawet nie przekraczać $1\frac{1}{2}$ *atn*.

Przyczyną wypadku było zerwanie się sworznia jednej ze śrub (5 — patrz rysunek), łączących walczak z pokrywą—materjał tego sworznia jest zły, kruchy i nosi ślady starych naderwań; sąsiednia obok tej śruby, śruba 6-ta ma zerwany gwint i naśrubka jej brak czyli, że po zerwaniu sworznia śruby 5-ej zerwany został gwint śruby - *6*-tej i pokrywa wyrwana została rozprężającą się parą, wytworzoną przy spadku ciśnienia z zawartej w warniku nagrzanej wody.

Pokrywa w okolicy 5—6-ej śrub ma największe odkształcenia, które nadały przy wypadku kierunek lotu pokrywy. Przy odkształceniu się pokrywa jakby wyślizgnęła się z pozostałych śrub, deformując niektóre z nich. Jednocześnie zostały zerwane zawiasy pokrywy i ścięte śruby 1 i 2-a.

Dźwigar służący do podnoszenia pokrywy został wygięty uderzeniem pokrywy zaraz po jej zerwaniu się.

Zasadniczo biorąc konstrukcja tego rodzaju służąca do zamykania pokryw zbiorników pracujących pod ciśnieniem jest niewłaściwa, gdyż przy częstem naprężaniu tych śrub materjał ich ulega szybkiemu zmęczeniu i ukrytym naderwaniem.

Nawet przy dostatecznej z obliczenia ilości śrub i ich średnicy nigdy nie można być pewnym ze względu na warunki pracy, że którąkolwiek ze śrub lub sworzni, przy zewnętrznym dobrym wyglądzie, nie uległa naderwaniu lub że wartość materjału z których są wykonane spadła niżej wartości obliczeniowej.

W danym wypadku jak zaznaczyliśmy materjał urwanego sworznia był zły, następnie na pozostałych bolcach widoczne były znaczne wyrobienia i zużycie. Ilość śrub była niedostateczna — śruby były przeciążone.

Danej instalacji należy też zarzucić z punktu widzenia technicznego brak automatycznego zaworu redukcyjnego nastawionego na $1\frac{1}{2}$—2 *atn* (co specjalnie jest ważne ze względu na walczak, dla którego ciśnienie około 8 *atn* jest już ciśnieniem rozrywającem), gdyż przy ręcznem dławieniu pary nawet wobec dwóch zaworów na linji polegać nie można, a sprawność manometru i zaworu bezpieczeństwa niekontrolowanych i nie utrzymywanych w należytym porządku jest wątpliwa.

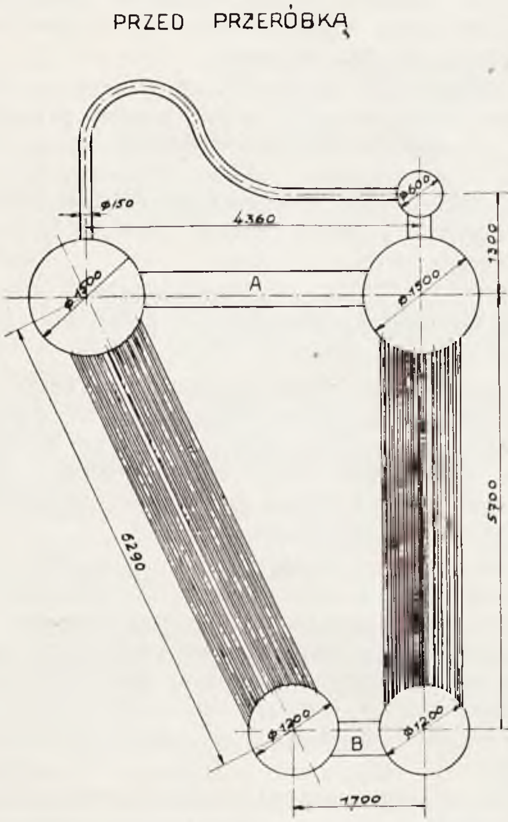
Według dawnych przepisów rosyjskich, obowiązujących do dnia dzisiejszego na ziemiach b. zaboru rosyjskiego warnik podlegał okresowym badaniom przez administrację fabryczną, przyczem winna była być prowadzona specjalna książka tej kontroli z zapisami dat kontroli i podpisem wykonywującego kontrolę.

Fabryka kontroli stanu warnika nie prowadziła.

T. S

2. Naprawa kotłów Garbe.

Dwupęczkowy kocioł syst. Garbe składa się z 4-ch walczaków, przyczem jak oba górne, tak i oba dolne złączone są gardzielami, wykonanemi z gładkich rur o znacznej średnicy (rys. 1).



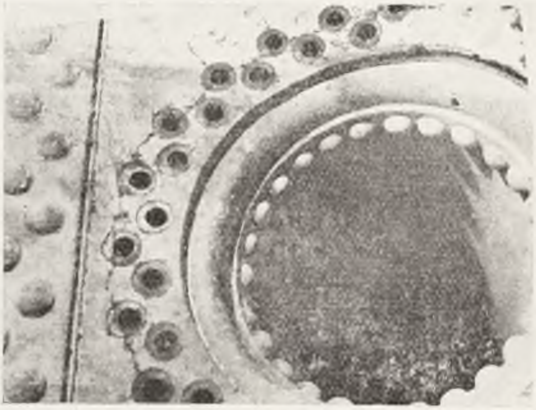
Rys. 1.

Konstrukcja kotła przedstawia więc zupełnie sztywny układ czworoboków i w pionowej płaszczyźnie i prostopadle do niej.

Przy połączeniach gardzieli z walczakami występują groźne uszkodzenia w formie pęknięć, rozchodzących się promieniowo od otworów nitowych. Pęknięcia te występują szczególnie na blasze walczaka, rzadziej natomiast zdarzają się na kołnierzach gardzieli. Wobec włoskowatego charakteru tych uszkodzeń, trudne są one do wykrycia gołem okiem, a już wręcz niemożliwe staje się ich stwierdzenie przy tych konstrukcjach, które od strony wody mają przynitowany pierścień, wzmacniający otwór gardzielowy. Powstawanie pęknięć przy tych ostatnich wykonaniach dowodzi że wzmacnianie otworów gardzielowych pierścieniami zupełnie nie zapobiega powstawaniu uszkodzeń. Zwykle tylko próba wodna i wybijanie nitów z połączenia umożliwiają wykrycie pęknięć. Zaznaczyć należy, że pęknięcia rozpoczynają się od strony zewnętrznej walczaka

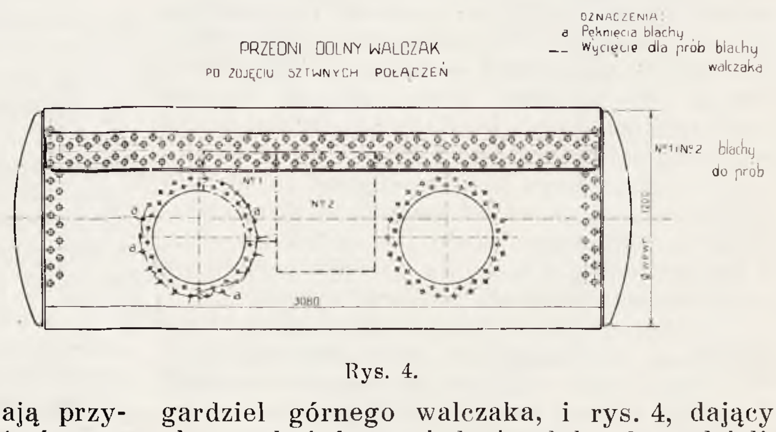


Rys. 2.



Rys. 3.

i stopniowo przechodzą na stronę wodną. Uszkodzeniom ulegają częściej walczaki górne, lecz co do ilości pęknięć niema różnicy. Ilustrują to najlepiej rys. 2 i 3 przedstawiające



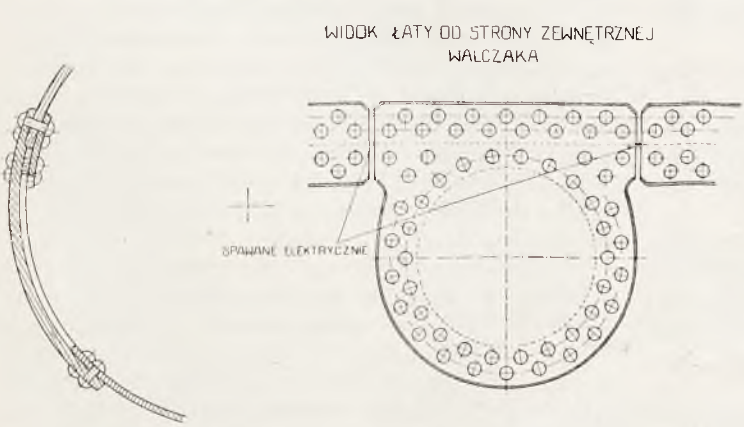
Rys. 4.

gardziel górnego walczaka, i rys. 4, dający obraz pęknięć przy jednej z dolnych gardzieli.

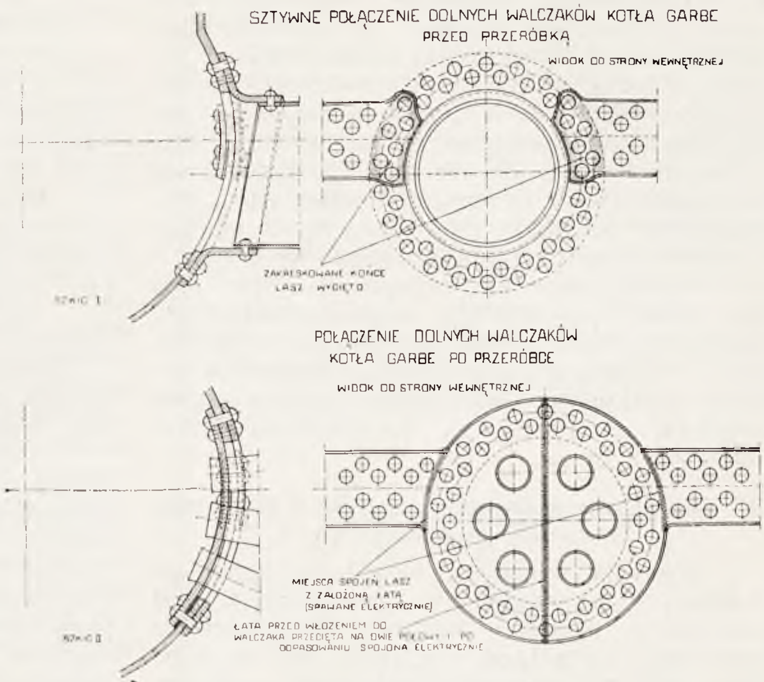
Zachodziły obawy, że epidemiczne wprost pękanie blach w tych miejscach spowodowane jest zmęczeniem materjału przy dopasowywaniu gardzieli przy montażu kotła; jednak badanie próbek, wziętych z pełnej blachy walczaka i z miejsc uszkodzonych, dało wcale

dobre wyniki. Badania przeprowadzone przez Zakład Metalografji Akademji Górn. w Krakowie wykazały średnią wytrzymałość na rozrywanie $R_r = 36\ kg/mm^2$, wytrzymałość na udarność od 8,6 $kg.m/cm^2$ do 14,6 $kg.m/cm^2$ oraz średnie wydłużenie $A_5 = 34\%$. Cyfry te odnoszą się do próbek badanych w stanie dostarczonym wyprostowanych na zimno. Próby blach po wyżarzeniu dały następujące wyniki: $R_r = 36\ kg/mm^2$, $A_5 = 34\%$ udarność 10,415—7 $kg.m/cm^2$. Okazało się więc, że przyczyną pęknięć są tylko nadmierne naprężenia powstające przy pracy i spowodowane sztywnemi połączeniami.

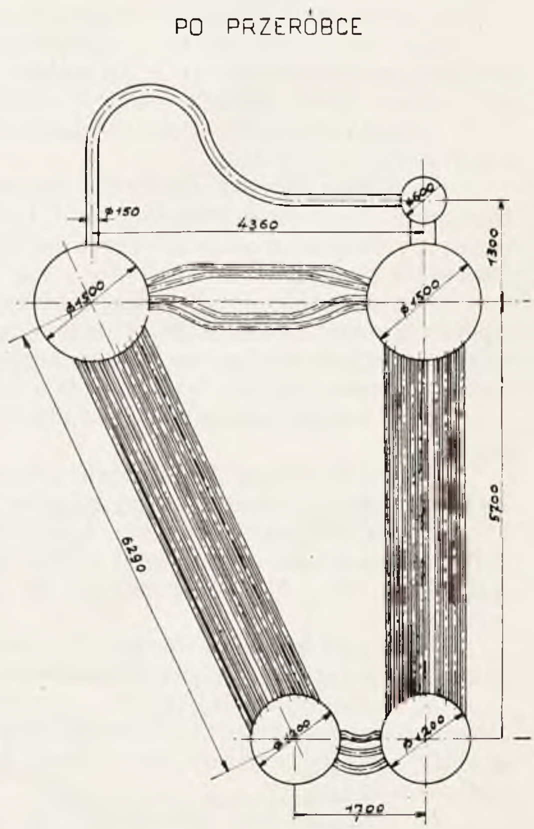
Powstał więc problem usunięcia sztywnych gardzieli i zastąpienie ich elastycznemi rurkami. Największa trudność powstała przy zakryciu łatami otworów, pozostałych po odjęciu gardzieli. Wymiary łat bowiem są tak duże, że nie jest możliwe wprowadzenie ich do wnętrza walczaka. Rozwiązanie tego zagadnienia zagranicą przedstawia rys. 5. Łata dana na zewnątrz walczaka, wykonana jest tak, że część jej tworzy zarazem łubkę szwu podłużnego. Styk płyty Garbe z drugą częścią walczaka został spojony elektrycznie przy obu krawędziach łaty. Ze względu na różnicę w grubościach blach walczaka, która występuje tu po stronie zewnętrznej, górna część łaty została odpowiednio dopasowana przez sheblowanie. Jednak dawanie łaty na zewnątrz walczaka nie wydaje się korzystne. Łby nitów pracują tu na odrywanie i wątpliwą jest szczelność łaty. Z tych względów przy naszych kotłach zdecydowano się na przeprowadzenie przeróbki w inny sposób, a mianowicie dając łaty dzielone na dwie części, które po włożeniu do walczaka i uchwyceniu na śruby—spojono elektrycznie poprzecznie do osi walczaka. Przy jednych walczakach kotła gardziele przynitowane są do blachy gładkiej (w odróżnieniu od wytłaczanej płyty Garbe) — przy drugich zaś walczakach połączenie gardzieli przechodzi przez szew podłużny. W szwie podłużnym mamy do czynienia z dwiema grubościami blach: płyty Garbe i cieńszej blachy gładkiej części wal-



Rys. 5.



Rys. 6.



Rys. 7.

czaka. Różnice grubości występują tu po stronie wodnej; dając więc łatę od wewnątrz walczaka musimy dać pod część łaty podkładkę wyrównawczą. Również wewnętrzne łubki szwu podłużnego, sięgające do samej krawędzi otworu gardzielowego, muszą uledz skróceniu. Ze względu na szczelność miejsce styku obciętych łubek z łatą zostało zalane elektrycznie. Rozmieszczenie rurek w łacie jest takie, aby żadna nie przechodziła przez szew spawany łaty. Wykonanie remontu oraz rozkład rur pokazany jest na rys. 6, ogólny widok kotła po przerobieniu przedstawia rys. 7.

Zmniejszony dla obiegu wody przekrój rur dawał powody do obaw powstawania wielkich różnic w poziomach wody w przednim i tylnym górnym walczaku. Jednak obserwacja poziomów wody w obu walczakach po opisanej przeróbce, nie potwierdziła słuszności tych obaw. *E. M.*

3. Elektryczne spawanie walczaków w Niemczech.

(Z wycieczki zagranicę 1935 r.)

Kwestja spawania wogóle, a spawanie łukiem elektrycznym w szczególności, jest obecnie w praktyce kotłowej zagadnieniem nadwyraz aktualnem. Ścierają się ze sobą trzy sposoby spawania: na gazie wodnym, spawanie acetylenem i spawanie łukiem elektrycznym. Szala zwycięstwa zdaje się przechylać na korzyść spawania elektrycznego.

Nie zamierzam w tej notatce poddawać krytyce porównawczej tych sposobów spawania, chcę tylko poinformować czytelników T. C. o osiągnięciach w tym kierunku naszych zachodnich sąsiadów.

W Niemczech na spawanie łukiem elektrycznym dla wykonywania robót kotłowych uzyskały dotychczas uprawnienia dwie firmy — Pintsch i Borsig.

Firma Borsig, Berlin - Tegel otrzymała te uprawnienia w roku 1935. Uprawnienie zostało zaopatrzone w szereg warunków i zastrzeżeń, a mianowicie:

1) Wzmocnienie szwów laszami jest zbędne

2) W obliczeniach osłabienie szwa może być przyjęte 0,9 mocy pełnej blachy.

3) Uprawnienie to może być stosowane tylko do spawania ręcznego i tylko dla blach gatunków MI i MII o grubości do 45 mm włącznie.

4) Części spawane mogą pracować jedynie w temperaturze nie przekraczającej 300° C.

5) Spawane części razem z wymaganemi przepisowo odcinkami blach dla próbek (wytrzymałościowych) powinny być „fachowo" normalnie wyżarzone.

6) Powinno być przedstawione zaświadczenie wytwórcy, w którem byłaby podana temperatura i czas wyżarzania.

7) Zaświadczenie rzeczoznawcy powinno stwierdzać, że zostały przeprowadzone z wynikiem dodatnim badania na:

a) rozerwanie (rozciąganie)
b) zginanie
c) udarność (Kerbschlagprobe)
d) badanie spoiny.

8) Rzeczoznawca jest uprawniony do przeprowadzenia dodatkowych badań.

9) Rozdział 6 B przepisów (niemieckich) o materjałach dla kotłów lądowych ma zastosowanie dla wykonanych wg tego uprawnienia połączeń kotłowych i walczaków.

10) Do podania o odbiór urządzenia kotłowego należy dołączyć odpis tego wyjątkowego uprawnienia bez załączników i zaświadczeń rzeczeznawcy i wykonawcy.

11) Koszty badań ponosi uprawniona firma.

12) Spawanie może być wykonywane tylko ręcznie przy pomocy elektrod, które dały wyniki dodatnie przy badaniu doświadczalnem.

13) Przy spawaniu szwów podłużnych należy pobrać cztery płaskie odcinki z blach należących do tego samego przedmiotu spawanego w porozumieniu z rzeczoznawcą. Te odcinki (blachy na próbki) należy przymocować parami na obu końcach spawu tak, aby spaw blach i odcinków był wykonany jednym ciągiem. Spaw odcinków należy wykonać nie przerywając pracy od momentu spojenia ostatnich 300 mm szwa podłużnego i przynajmniej spawanie jednej pary odcinków powinno być wykonane w obecności rzeczoznawcy. Gotowe odcinki (blachy na próbki) należy w obecności rzeczoznawcy obciąć do badań przewidzianych w p. 7. Odcinki muszą być ostemplowane przez rzeczoznawcę.

Jeżeli wykonano próbki dla szwu podłużnego, zbędnem jest przygotowywanie próbek dla szwu poprzecznego o ile szew poprzeczny jest wykonany w sposób identyczny ze szwem podłużnym. Jeżeli wykonywa się tylko szew poprzeczny, należy przygotować próbne odcinki spojone w obecności rzeczoznawcy bezpośrednio przed przystąpieniem do spawania danego szwu poprzecznego i w identyczny sposób.

Z jednej pary odcinków (blach na próbki) należy wg. wskazówek rzeczoznawcy wyciąć po trzy sztabki dla badań na rozerwanie, zginanie na zimno, i na próbę z karbem oraz dla badania budowy spawu. Wymiary próbek należy podać dokładnie w zaświadczeniu z badań, próbki muszą być wycięte prostopadle do linji spawu, a spaw powinien leżeć w środku długości badanej.

Przy badaniu na rozerwanie, zginanie i próbę z karbem należy obrobić spaw na grubość blachy narzędziami odrzucającemi wióry (struganie, ścinanie). Jeżeli jedna z przeznaczonych do badań trzech sztabek nie da pożądanego wyniku, należy dodatkowo dla tego badania wyciąć z drugiego odcinka w ten sam sposób dwie jednakowe sztabki, które muszą odpowiadać wymaganym warunkom. Jeżeli i te dwie sztabki nie dadzą wyników dodatnich, należy spawany objekt odrzu-

cić. Jeżeli dwie, albo trzy sztabki badane nie odpowiedziały wymaganiom, to badanie dodatkowe z drugiego odcinka (pary blach na próbki) jest zbędne i objekt należy odrzucić. Próbki należy przechowywać u wytwórcy przez cztery lata.

Jeżeli do niewłaściwego wyniku badania doprowadził najwidoczniej pewien błąd w wąsko ograniczonem miejscu próbki, wówczas wynik próby może być nie brany pod uwagę przez urzędowego rzeczoznawcę przy decyzji o wykonaniu przepisów.

Na pierwszych czterech walczakach należy badania próbek przeprowadzić na obu końcach. Sztabka musi wykazać w szwie wytrzymałość równą przynajmniej 0,95 wytrzymałości obliczeniowej użytego gatunku blachy.

Szerokość sztabki do próby na zginanie powinna równać się półtorakrotnej grubości, najmniej jednak 30 mm. Krawędzie sztabki należy zaokrąglić na średnicę 0,1 grubości blachy. Odległość punktów podparcia powinna równać się 5 krotnej grubości blachy. Średnica rolek podpierających winna równać się conajmniej grubości blachy, a średnica sworznia zginającego winna równać się podwójnej grubości blachy. Przy zginaniu do 180° próbka nie może wykazać pęknięć.

Przed zginaniem należy na powierzchni sztabki zawierającej szerszą stronę spawu nanieść na środkowej linji znaki pomiarowe w następujących miejscach:

a) znaki na skraju spawu i materjału spawanego.

b) w środku pomiędzy poprzedniemi znakami

c) znaki na prawo i na lewo w odległości 10 mm od znaku pod b. Przy zginaniu znak b musi leżeć na środku trzpienia, a strona próbki oznaczona temi znakami powinna być po stronie rozciąganej. Należy podać osiągnięte wydłużenie zewnętrznej strony po obu oznaczonych poprzednio długościach t. j szerokości spawu i między punktami c.

Przy próbie z karbem należy osiągnąć udarność od 8 kg do 12 kg na 1 cm² w zależności od sposobu wykonania tej próby.

Przy wykonywaniu sztabek do prób należy zostawić powierzchnię blachy zawierającą większą szerokość spawu w stanie nieobrobionym w tym celu, aby zachować naskórek walcowniczy; należy jedynie usunąć nadlew spawu.

Badanie spawu należy przeprowadzić w miejscu przejścia od spawu do materjału, w spawie i w materjale. Pożądane są zdjęcia fotograficzne tych trzech szlifów przynajmniej na jednej z trzech próbek.

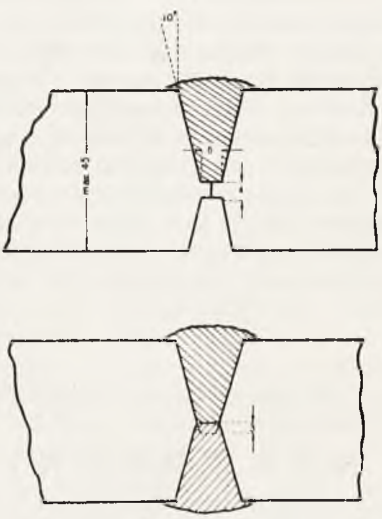
Rzeczoznawca jest upoważniony do przeprowadzenia dodatkowych dalszych badań, naprz. określenia ciężaru właściwego spawu, badania promieniami Röntgena oraz próby na zginanie ogrzanego i ochłodzonego spawu próbki (Abschreckbiegeprobe)

Badania promieniami Röntgona należy przeprowadzić w każdym razie na dwóch pierwszych walczakach.

Takie są warunki i zastrzeżenia tego uprawnienia.

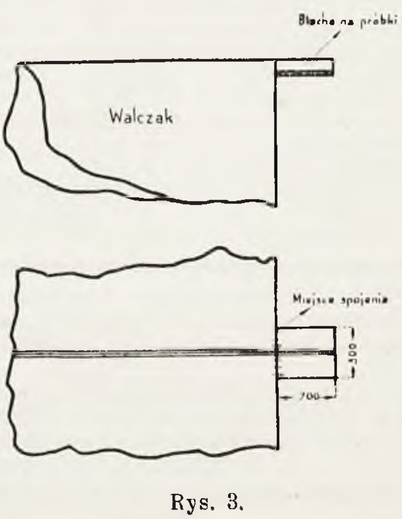
Sam proces przygotowania do spawania i spawanie odbywa się w następujący sposób.

W blasze (walczaków) dobrze dogiętej wycina się dwa rowki — jeden zgóry głęboki, o pochyleniu boków 10°, szerokość rowka w zagłębieniu wynosi 6 mm, drugi rowek zdołu od wewnętrznej strony walczaka jest płytszy zależnie od grubości blachy; jeżeli blacha jest cienka, to dolny rowek jest zbędny; pomiędzy górnym rowkiem a dolnym, ewentualnie wewnętrzną stronę walczaka, zostawia się nietkniętą część blachy grubości 4 mm (rys. 1, 2.) Na każdym końcu styku blachy



Rys. 1, 2.

walczaka z obydwuch więc jego stron przypawa się po dwa odcinki blachy takiej samej jak spawana o wymiarach 300 × 700 mm przygotowanych do spawania tak samo, jak blacha walczaka (rys. 3.) Te dopojone blachy służą potem do pobrania próbek.



Rys. 3.

Wobec tego, że uprawnienie zawiera zastrzeżenie, że odcinki służące do pobrania próbek powinny być spawane wobec rzeczoznawcy, inżynier Stow. Dozoru Kotłów jest obecny przy spawaniu ostatnich 400 mm szwa walczaka i tych dopojonych odcinków. Podczas procesu spawania zalewa się najpierw górny rowek, potem dolny rowek pogłębia się tak dalece, żeby wyciąć pozostawione uprzednio 4 mm samej blachy i jeszcze trzy mm. już od góry wykonanego spawu i dopiero wtedy zalewa się dolny rowek.

Elektrody używane do spawania są powleczone masą z domieszką asbestu; grubość ich zależnie od wykonywanej roboty waha się od 4 mm do 12 mm.

Wykonany spaw wraz z dopojonemi odcinkami blach wyżarza się i zostaje skierowany do prześwietlenia promieniami Röntgena. Spaw blach o grubości 45 mm jest prześwietlany przez 1,5 minuty. Prześwietlanie odbywa się zawsze w obecności Inż. Dozoru Kotłów. Paski filmu posiadają długość 20 cm, bo aparatura jest tak wyregulowana, że otrzymuje się ciągłość zdjęcia. Po sprepa rowaniu film jest przeglądany przez inż. Dozoru Kotłów, który decyduje, czy ma się odbyć i w jakiem miejscu poprawka. O ile zajdzie konieczność poprawki, to cały proces odbywa się w części poprawionej jak omówiono wyżej.

W podobny sposób odbywa się spawanie denek z walczakami. Wyżarzanie odbywa się przy temperaturze 920° C.

Koszty spawania elektrycznego wynoszą nieco więcej, jak spawanie na gazie wodnym.

Berliński Dozór Kotłowy oddaje pierwszeństwo spawaniu elektrycznemu przed spawaniem na gazie wodnym

Spawacze nie są ani dyplomowani, ani rejestrowani — odpowiedzialność za dobre i fachowe wykonanie ponosi całkowicie firma. Trzeba przyznać, że spaw, który oglądaliśmy był wykonany nadzwyczajnie precyzyjnie a demonstrowane filmy nie wykazywały najmniejszych braków spawu. Fotografje szlifów nie wykazywały granicy przejścia od blachy do spawu, widoczne były w spawie kryształy tej samej budowy co w blasze tylko nieco drobniejsze.

Należy stwierdzić, że w Niemczech spawanie elektryczne wogóle, a walczaków kotłowych w szczególności, prawnie i życiowo zostało uznane za celowe i bezpieczne.

Należy także stwierdzić, że zaufanie władz rządowych i wytwórni kotłów do organów Dozoru Kotłowego jest zupełne.

M. D.

KOMUNIKATY

NOWE NORMY.

Polski Komitet Normalizacyjny przy Ministerstwie Przemysłu i Handlu podaje do wiadomości wszystkich zainteresowanych, iż ukazały się między innemi z druku, uchwalone przez plenarne posiedzenie Komitetu w dniu 3 grudnia 1935 r.

POLSKIE NORMY

Ogólne.

o — 105 Układ blankietu listowego. Format A 4.

o — 106 Układ blankietu listowego. Format A 5.

o — 502 Kreślenie techniczne. Skale i typy liczb wymiarowych. (Wydanie 2 - gie zmienione).

Budownictwo.

Ogólne.

B — 198 Roboty betonowe i żelbetonowe, Pomiai obliczanie. Ilości robót betonowych i żelbetonowych.

Materjały budowlane.

B — 310 Cegła kominówka. Wymiary i warunki techniczne dostawy.

Okucia do drzwi i okien.

B — 1685 Zamek drzwiowy wpuszczany i osłonki do niego.

B — 1693 Baskwil zwykły do okien i drzwi balkonowych.

B — 1694 Baskwil kantowy do okien i do drzwi balkonowych jednoskrzydłowych.

Technologja Chemiczna.

C — 606 Minja ołowiana (farba sucha).

C — 607 Biel barytowa (farba sucha).

C — 608 Ochra (farba sucha).

C — 609 Czerwień żelazowa (Minja żelazowa) (farba sucha).

C — 610 Biel szpatowo - cynkowa.

Części maszyn.

Śruby, wkręty i nakrętki.

G — 998 Stal węglowa na śruby, wkręty i nakrętki. Warunki techniczne odbioru (2-gie wydanie zmienione).

G — 999 Śruby, wkręty i nakrętki. Warunki techniczne odbioru (2-gie wydanie zmieniono).

Normy powyższe są do nabycia w Biurze Polskiego Komitetu Normalizacyjnego (Warszawa, Elektoralna 2).

Druk. „Zgoda" J. Klimczak i S-ka Warszawa, ul. Zielna 47. Tel. 6-19 57.